

DRIVE METHOD FOR SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT

Publication number: JP2000261729

Publication date: 2000-09-22

Inventor: WATANABE TORU

Applicant: SANYO ELECTRIC CO

Classification:

- International: H01L21/339; H01L27/148; H01L29/762; H04N3/15; H04N5/335; H01L21/02; H01L27/148; H01L29/66; H04N3/15; H04N6/335; (IPC1-7): H04N5/335; H01L21/339; H01L27/148; H01L29/762

- European: H01L27/148C6; H04N3/15D6; H04N3/15E

Application number: JP19990063567 19990310

Priority number(s): JP19990063567 19990310

Also published as:

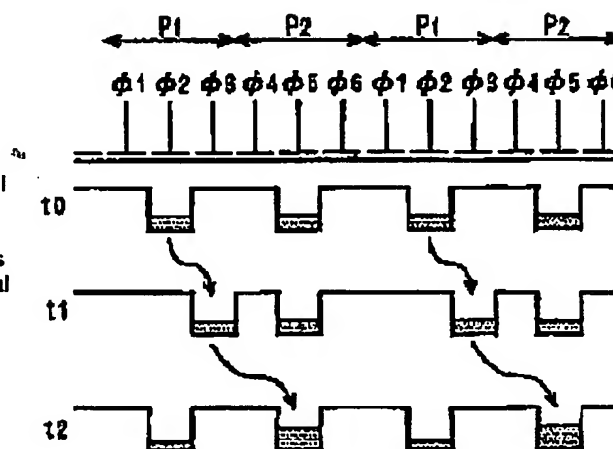
US6674469 (B)

Report a data error here

Abstract of JP2000261729

PROBLEM TO BE SOLVED: To extract two kinds of image signals from a solid-state image pickup element adopting a frame transfer system.

SOLUTION: A 6-phase drive is adopted for a light receiving section of a solid-state image pickup element, 2nd and 5th transfer clocks $\phi 2$, $\phi 5$ are arisen in a 1st image pickup operation to form a potential well under corresponding transfer electrodes. After completing the 1st image pickup operation, information charges of a potential well under a transfer electrode corresponding to the 2nd transfer clock $\phi 2$ is transferred to a potential well under a transfer electrode corresponding to a 5th transfer clock $\phi 5$. In a 2nd image pickup operation, the 2nd and 5th transfer clocks $\phi 2$, $\phi 5$ are arisen again, and a potential well is formed under a transfer electrode corresponding to them. After the 2nd image pickup operation is finished, the charges are transferred and outputted while making the respective potential wells independent.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-261729

(P2000-261729A)

(43)公開日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーム(参考)

H 0 4 N 5/335

H 0 4 N 5/335

Q 4 M 1 1 8

H 0 1 L 27/148

H 0 1 L 27/14

F 5 C 0 2 4

29/762

29/78

B

21/339

3 0 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平11-63587

(22)出願日

平成11年3月10日(1999.3.10)

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 渡辺 透

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74)代理人 100111383

弁理士 芝野 正雅

Fターム(参考) 4M118 AA02 AB01 BA12 CA07 DB01

DB05 FA06 FA38

5C024 AA01 CA04 CA15 FA01 FA11

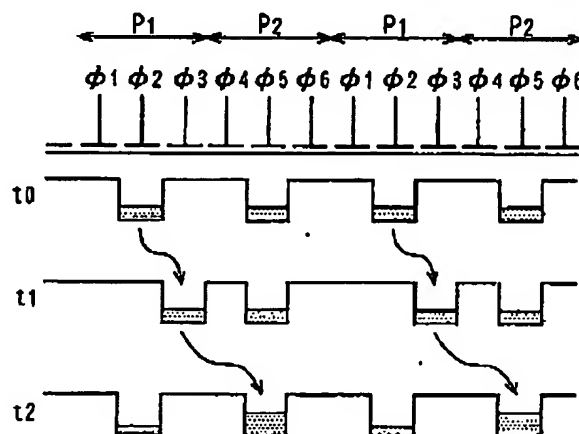
GA11 GA48 JA21 JA32

(54)【発明の名称】 固体撮像素子の駆動方法

(57)【要約】

【課題】 フレーム転送方式の固体撮像素子から2種類の画像信号を取り出せるようにする。

【解決手段】 固体撮像素子の受光部を6相駆動とし、第1の撮像動作で、第2、第5の転送クロック $\phi 2$ 、 $\phi 5$ を立ち上げて、それぞれに対応する転送電極の下にポテンシャル井戸を形成する。第1の撮像動作が完了した後、第2の転送クロック $\phi 2$ に対応する転送電極の下にポテンシャル井戸の情報電荷を、第5の転送クロック $\phi 5$ に対応する転送電極の下にポテンシャル井戸へ転送する。第2の撮像動作で、第2、第5の転送クロック $\phi 2$ 、 $\phi 5$ を再度立ち上げて、それぞれに対応する転送電極の下にポテンシャル井戸を形成する。第2の撮像動作が完了した後は、それぞれのポテンシャル井戸を独立したまま転送出力する。



(2)

特開2000-261729

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の転送電極が配置され、この転送電極の作用で形成するポテンシャル井戸で受光画素を形成して情報電荷の蓄積を行う固体撮像素子の駆動方法であって、少なくとも2本の転送電極を挟んで複数のポテンシャル井戸を形成すると共に、特定のポテンシャル井戸に情報電荷を蓄積する時間を、その他のポテンシャル井戸に情報電荷を蓄積する時間よりも短く設定し、特定のポテンシャル井戸とその他のポテンシャル井戸とに、互い異なる時間で情報電荷を蓄積すると共に、上記複数のポテンシャル井戸を互いに独立させて転送出力して、特定のポテンシャル井戸に対応する出力とその他のポテンシャル井戸に対応する出力とを独立に得ることを特徴とする固体撮像素子の駆動方法。

【請求項2】 特定のポテンシャル井戸に蓄積された情報電荷を蓄積開始から第1の期間経過した時点でその他のポテンシャル井戸へ転送した後、再度、再度特定のポテンシャル井戸で情報電荷の蓄積を開始することを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子の駆動方法。

【請求項3】 特定のポテンシャル井戸を第1のタイミングで形成し、その他のポテンシャル井戸を第1のタイミングよりも早い第2のタイミングで形成することを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フレーム転送方式の固体撮像素子に駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 図9は、フレーム転送方式のCCD固体撮像素子の概略を示す平面図であり、図10は、その固体撮像素子の動作を説明するタイミング図である。

【0003】 フレーム転送方式の固体撮像素子は、受光部1、蓄積部2、水平転送部3及び出力部4より構成される。受光部1は、互いに平行に配列される垂直方向に連続する複数のシフトレジスタからなり、これらのシフトレジスタの各ビットが複数の受光ビットを形成し、各受光ビットに被写体映像に対応して発生する情報電荷を蓄積する。蓄積部2は、受光部1の各シフトレジスタに連続する複数のシフトレジスタからなり、シフトレジスタの各ビットが蓄積ビットを形成し、各蓄積ビットに受光部1から転送される情報電荷を一時的に蓄積する。水平転送部3は、蓄積部2の複数のシフトレジスタの各出力がそれぞれ各ビットに接続される単一のシフトレジスタからなり、蓄積部2に蓄積される1画面分の情報電荷を1行単位で受け取り、順次水平方向に転送して出力する。そして、出力部4は、電気的に独立した容量及びその容量の電位変化を取り出すアンプからなり、水平転送部3から出力される情報電荷を1ビット単位で容量に受けて電圧値に変換し、画像信号Y0として出力する。

【0004】 受光部1には、垂直同期信号VDに同期

し、垂直走査のブランキング期間内に受光部1の情報電荷を蓄積部2へ高速転送するフレーム転送クロック ϕF が印加される。蓄積部2には、フレーム転送クロック ϕF によって受光部1から転送出力される情報電荷を蓄積部2に取り込むと共に、取り込んだ1画面分の情報電荷を水平同期信号HDに同期し、水平走査のブランキング期間内に1行ずつ水平転送部3へ転送する垂直転送クロック ϕV が印加される。そして、水平転送部3には、水平同期信号HDに同期し、垂直転送クロック ϕV に定答して1行毎に水平転送部3に取り込まれる情報電荷を順次出力部4側へ転送する水平転送クロック ϕH が印加される。これにより、受光部1で発生する情報電荷が、1画面単位で蓄積部2へ転送された後、1行単位で水平転送部3を介して出力部4へ転送出力され、1行単位で連続する画像信号Y0が出力される。

【0005】 さらに、固体撮像素子が形成される半導体基板に対しては、垂直走査期間の途中で所定の期間立ち上げられる基板クロック ϕB が印加される。この基板クロック ϕB の立ち上がりに応じて、フレーム転送クロック ϕF がフレーム転送時と同等の周期でクロッキングされ、受光部1の情報電荷が全て基板側へ排出される。従って、基板クロック ϕB による情報電荷の排出動作が完了してからフレーム転送クロック ϕF による情報電荷の転送動作が開始されるまでの期間Lが情報電荷の蓄積期間となる。画像信号Y0は、この蓄積期間Lに受光部1の各受光画素に蓄積された情報電荷の量に比例したレベルを示す。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 フレーム転送方式の固体撮像素子の場合、各受光画素の情報電荷の蓄積能力は、受光部1に配置される転送電極の作用によって基板内に形成されるポテンシャル井戸の容量に起因する。このポテンシャル井戸は、転送電極の幅や転送チャネルの幅、さらには、転送電極を駆動するパルスの電圧等によって容量が決定される。

【0007】 固体撮像素子の高解像度化に伴って転送電極の幅や転送チャネルの幅が狭くなると、形成されるポテンシャル井戸の容量は小さくなり、各受光画素の情報電荷の蓄積能力も低くなる。さらには、素子の消費電力低減のため、駆動パルスが低電圧化されると、形成されるポテンシャル井戸の容量は、さらに小さくなる。従って、固体撮像素子のダイナミックレンジが狭くなり、撮像条件が制限されるようになる。

【0008】 そこで本発明は、固体撮像素子のダイナミックレンジを拡大できる駆動方法の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上述の課題を解決するために成されたもので、その特徴とするところは、少なくとも6相の転送クロックに対応した転送電極が配置され、この転送電極の作用で形成されるポテンシ

(3)

特開2000-261729

3

ヤル井戸に情報電荷を蓄積する固体撮像素子の駆動方法であって、少なくとも6相の転送クロックに対応する転送電極の内、少なくとも2本の転送電極を間において2カ所にポテンシャル井戸を形成すると共に、一方のポテンシャル井戸の蓄積時間を他方のポテンシャル井戸の蓄積時間よりも短く設定し、上記2カ所のポテンシャル井戸を互いに独立させて転送出力することにある。

【0010】本発明によれば、情報電荷の蓄積時間が異なる2つのポテンシャル井戸をそれぞれ独立させて読み出すようにしたことで、一方のポテンシャル井戸がオーバーフローした場合でも、他方のポテンシャル井戸でオーバーフローすることなく情報電荷の蓄積を行うことが可能になる。そして、両方のポテンシャル井戸からの出力を加算することで、受光画素への入射光量を広い範囲で表すことができるようになる。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の固体撮像素子の駆動方法の第1の実施形態を示すポテンシャル図であり、図2は、その動作を実現する転送クロックのタイミング図である。この図1においては、図9に示すようなフレーム転送方式の固体撮像素子の受光部の断面を示している。

【0012】固体撮像素子の受光部には、6相の転送クロック $\phi 1 \sim \phi 6$ に対応した転送電極が配置される。本発明の駆動方法においては、6相分の転送電極に対して、実質的に2つの画素P1、P2が形成される。

【0013】第1の撮像動作を開始するとき、第2の転送クロック $\phi 2$ と第5の転送クロック $\phi 5$ とが立ち上げられ、それぞれの転送クロック $\phi 2$ 、 $\phi 5$ が印加される転送電極の下にポテンシャルが深く形成される。このとき、その他の転送クロック $\phi 1$ 、 $\phi 3$ 、 $\phi 4$ 、 $\phi 6$ は、立ち下げられたままであり、転送クロック $\phi 1$ 、 $\phi 3$ 、 $\phi 4$ 、 $\phi 6$ が印加される転送電極の下にポテンシャルは浅いまま維持される。これにより、第1の電荷蓄積期間中のタイミング $t0$ では、転送クロック $\phi 2$ 、 $\phi 5$ が印加された転送電極の下にポテンシャル井戸が形成され、このポテンシャル井戸に、光電変換によって発生した情報電荷が蓄積される。

【0014】情報電荷の蓄積開始から所定の期間L1を経過した時点で、第3の転送クロック $\phi 3$ が立ち上げられ、続いて、第2の転送クロック $\phi 2$ が立ち下げられる。第2の転送クロック $\phi 2$ が立ち下げられた後のタイミング $t1$ では、情報電荷を蓄積するポテンシャル井戸が、期間L1に蓄積された情報電荷と共に、転送クロック $\phi 2$ が印加される転送電極の下から第3の転送クロック $\phi 3$ が印加される転送電極の下へ移動している。さらに、第4の転送クロック $\phi 4$ が立ち上げられた後、第3の転送クロック $\phi 3$ が立ち下げられると、ポテンシャル井戸は、情報電荷と共に、第3の転送クロック $\phi 3$ が印加される転送電極の下から第4の転送クロック $\phi 4$ が印

4

加される転送電極の下へ移動する。このとき、期間L1で第2の転送クロック $\phi 2$ が印加される転送電極の下に蓄積された情報電荷が、同じ期間L1で第5の転送クロック $\phi 5$ が印加される転送電極の下に蓄積された情報電荷に混合される。

【0015】そして、第2の転送クロック $\phi 2$ を立ち上げた後、第4の転送クロック $\phi 4$ を立ち下げて第2の撮像動作を開始する。これにより、電荷蓄積期間中のタイミング $t2$ では、タイミング $t0$ と同様に、転送クロック $\phi 2$ 、 $\phi 5$ が印加された転送電極の下にポテンシャル井戸が形成され、これらのポテンシャル井戸に、光電変換によって発生する情報電荷が再度蓄積される。この第2の撮像動作は、期間L2の間継続される。

【0016】第2の転送クロック $\phi 2$ が印加される転送電極の下にポテンシャル井戸には、第3の撮像動作の開始時点では情報電荷がほとんど蓄積されていない。この結果、第2の転送クロック $\phi 2$ が印加される転送電極の下にポテンシャル井戸、即ち、第1の受光画素P1には、第2の蓄積動作が行われる期間L2の間に発生した情報電荷のみが蓄積される。一方、第5の転送クロック $\phi 5$ が印加される転送電極の下にポテンシャル井戸には、第2の撮像動作の開始時点でも、第1の撮像動作が行われた期間L1に2つのポテンシャル井戸に蓄積された情報電荷が蓄積されている。この結果、第5の転送クロック $\phi 5$ が印加される転送電極の下にポテンシャル井戸、即ち、第2の受光画素P2には、第1の撮像動作から第2の撮像動作まで継続する期間L3の間に発生した情報電荷が蓄積され、さらに、第1の撮像動作が行われる期間L1の間に第1の受光画素に発生する情報電荷が加算される。

【0017】以上の第1及び第2の撮像動作が完了した後は、第1～第6の転送クロック $\phi 1 \sim \phi 6$ を互いに $2\pi/3$ の位相差でクロッキングし、各受光画素P1、P2の情報電荷をそれぞれ独立した状態で転送出力する。これにより、第1の受光画素P1に対応する出力及び第2の受光画素P2に対応する出力は、

$$P1 : P2 = L2 : (L1 + L3)$$

なる関係を示す。ここで、各受光画素P1、P2は、通常は情報電荷の蓄積容量が等しいため、第2の受光画素P2の方が少量の入射光量で飽和状態となる。例えば、図3に示すように、第1の受光画素P1の出力電圧が、受光光量 $m1$ で飽和レベル Vs となると、第2の受光画素P2の出力電圧は、受光光量 $m1$ よりも小さい受光光量 $m2$ で飽和レベル Vs に達する。

【0018】固体撮像素子からの出力は、動画撮像の場合、第1の画素P1に対応する行からの出力と第2の受光画素P2に対応する行からの出力とを、1水平走査期間で完了させる。例えば、図9に示す固体撮像素子において、蓄積部2に印加する垂直転送クロック ϕV のライン送りパルスの周期を $1/2$ にすると共に、水平転送部

(4)

特開2000-261729

5

3に供給する水平転送パルスの周期を $1/2$ とする。これにより、画像信号Yでは、図4に示すように、1水平走査期間内に、第1の画素P1の行と第2の画素P2の行とに対応する情報が出力される。ここで出力される画像信号Yは、水平方向に時間が圧縮されているため、信号処理の過程で、第1の画素P1の行と第2の画素P2の行とで独立に時間軸が伸長されて2種類の画像信号Y1、Y2が生成される。

【0019】以上のような2種類の画像信号Y1、Y2は、それぞれ受光感度が異なるため、互いに加算して1つの信号とすれば、固体撮像素子のダイナミックレンジを広くすることができる。例えば、画像信号Y1、Y2を互いに加算すると、加算結果として得られる画像信号Y0は、図5に示すように、受光光量が $m2$ に達するまで出力電圧を受光光量に応じて変化させることが可能になる。ここで、ダイナミックレンジのみをみれば、画像信号Y1が同じ範囲で変化することになるが、画像信号Y1は、低輝度での受光感度が低くなるため、受光光量が少ないときに十分な出力を得られなくなる。画像信号Y0の場合、低輝度のときでも十分なレベルの出力を得ながらも、ダイナミックレンジを広くすることができる。

【0020】ところで、画像信号Y1と、画像信号Y2とを加算した画像信号Y0は、受光光量が $0 \sim m2$ の間と $m2 \sim m1$ の間とで、受光光量に対する出力電圧レベル、即ち、見かけ上の受光感度が異なることになる。しかしながら、受光光量が小さいときに高感度で大きいときに低感度となることから、各撮像動作を行う期間 $L1$ 、 $L2$ の比を最適化して受光光量に対する出力電圧の変化特性をガンマ補正の曲線に近付ければ、再生画面の視覚的な不具合をほぼなくすることができる。

【0021】さらに、2種類の画像信号Y1、Y2については、以下のようにしてスミア成分の検出に用いることができる。まず、両画像信号Y1、Y2のレベルを一致させるため、各撮像動作を行う期間 $L1$ 、 $L2$ の比に応じて画像信号Y1を適数倍する。ここでは、期間 $L1$ と期間 $L2$ とが等しいとして、図6に示すように、画像信号Y1を3倍する。 $L1 = L2$ であるとき、第1の撮像動作と第2の撮像動作との間の電荷転送に要する時間を無視すれば、 $L3 = L1 + L2$ であり、画像信号の比は、 $L2 : (L1 + L3) = 1 : 3$ となることから、画像信号Y1を3倍すれば、図6に示すように、画像信号Y2と同一のレベルとなる。通常、画像信号Y1、Y2には、本来の信号成分と、情報電荷の垂直転送によって混入するスミア成分とが含まれているため、画像信号Y1を3倍すると、信号成分の他にスミア成分も3倍される。そこで、3倍した画像信号3Y1から画像信号Y2を減算すると、信号成分が相殺され、スミア成分のみが残ることになる。このスミア成分は、3倍されたスミア成分から1倍のスミア成分を差し引いたものであり、2倍のスミア成分を表す。この2倍のスミア成分は、画像信号Y1、

6

Y2を加算したためにスミア成分が2倍になっている画像信号Y0から、そのまま差し引くことに利用できる。このように算出されるスミア成分は、1行単位で算出されるため、転送距離の差による各行毎の差を正確に表している。さらに、このスミア成分を得るタイミングと、実際の画像信号Y1、Y2にスミア成分が混入するタイミングとがほぼ一致しているため、被写体の経時変化の影響を受けにくい。

【0022】図7は、本発明の固体撮像素子の駆動方法の第2の実施形態を示すポテンシャル図であり、図8は、その動作を実現する転送クロックのタイミング図である。この図7においては、図9に示すようなフレーム転送方式の固体撮像素子の受光部の断面を示している。

【0023】固体撮像素子の受光部には、6相の転送クロック $\phi 1 \sim \phi 6$ に対応した転送電極が配置される。本発明の駆動方法においては、6相分の転送電極に対して、実質的に2つの画素P1、P2が形成される。

【0024】第1の撮像動作を開始するとき、第5の転送クロック $\phi 5$ が立ち上げられ、第5の転送クロック $\phi 5$ が印加される転送電極の下にポテンシャルが深く形成される。このとき、その他の転送クロック $\phi 1 \sim \phi 4$ 、 $\phi 6$ は、立ち下げられたままであり、転送クロック $\phi 1 \sim \phi 4$ 、 $\phi 6$ が印加される転送電極の下にポテンシャルは浅いまま維持される。これにより、第1の電荷蓄積期間中のタイミング $t0$ では、第5の転送クロック $\phi 5$ が印加された転送電極の下にポテンシャル井戸が形成され、このポテンシャル井戸に、光電変換によって発生した情報電荷が蓄積される。

【0025】情報電荷の蓄積開始から期間 $L1$ を経過した時点で第1の撮像動作を終了し、第2の転送クロック $\phi 2$ を立ち上げて第2の撮像動作を開始する。第2の撮像動作の開始では、第2の転送クロック $\phi 2$ のみが立ち上げられ、その他の転送クロック $\phi 1$ 、 $\phi 3 \sim \phi 6$ は、第1の撮像動作のまま維持される。第2の撮像動作が開始された後のタイミング $t1$ では、情報電荷を蓄積するポテンシャル井戸が、第2の転送クロック $\phi 2$ が印加される転送電極の下にも形成される。これにより、電荷蓄積期間中のタイミング $t2$ では、転送クロック $\phi 2$ 、 $\phi 5$ が印加される転送電極の下にそれぞれポテンシャル井戸が形成され、これらのポテンシャル井戸に、光電変換によって発生する情報電荷が再度蓄積される。この第2の撮像動作は、期間 $L2$ の間継続される。

【0026】第2の転送クロック $\phi 2$ が印加される転送電極の下にポテンシャル井戸、即ち、第1の受光画素P1には、第2の蓄積動作が行われる期間 $L2$ の間に発生した情報電荷のみが蓄積される。一方、第5の転送クロック $\phi 5$ が印加される転送電極の下にポテンシャル井戸、即ち、第2の受光画素P2には、第1の撮像動作が行われる期間 $L1$ と第2の撮像動作が行われる期間 $L2$ とをとおして発生した情報電荷が蓄積される。

(5)

特開2000-261729

7

8

【0027】以上の第1及び第2の撮像動作が完了した後は、第1の実施形態と同様に、第1～第6の転送クロック $\phi 1 \sim \phi 6$ を互いに $2\pi/3$ の位相差でクロッキングすることで、各受光画素P1、P2の情報電荷をそれぞれ独立した状態で転送出力する。これにより、第1の受光画素P1に対応する出力及び第2の受光画素P2に対応する出力は、

$$P1:P2=L2:(L1+L2)$$

なる関係を示す。以上のようにして得られる画像信号については、第1の受光画素P1に対応する画像信号レベルと第2の受光画素P2に対応する画像信号レベルとの比が異なる点を除いて、第1の実施形態と同様に取り扱うことができる。従って、固体撮像素子のダイナミックレンジの拡大や、スミア成分の検出が可能になる。

【0028】以上の実施形態においては、受光部に配列される受光画素の全ての行を第1及び受光画素P1、P2に割り当てる場合を例示したが、3行以上連続して配列される受光画素の内、隣接する2行を第1及び第2の受光画素P1、P2に割り当てるようにしてもよい。例えば、4行分の受光画素で、1行目に第1の受光画素P1を割り当て、第2行目に第2の受光画素P2を割り当てるようにして、3行目及び4行目は、他画素からの情報電荷の合成等を行うことなく、単独で情報電荷の蓄積を行うようにする。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、1つの固体撮像素子から2種類の画像信号を取り出すことができ、それらの画像信号に対して演算処理を施すことで、ダイナミックレ

ンジの拡大や、スミア成分の算出が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態を示すポテンシャル図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の駆動クロックの波形図である。

【図3】受光光量と出力電圧との関係を示す図である。

【図4】出力される画像信号の波形図である。

【図5】受光光量と出力電圧との関係を示す図である。

【図6】信号成分とスミア成分との関係を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態を示すポテンシャル図である。

【図8】本発明の第2の実施形態の駆動クロックの波形図である。

【図9】フレーム転送方式の固体撮像素子の模式的平面図である。

【図10】従来の駆動方法を説明するタイミング図である。

【符号の説明】

- 1 受光部
- 2 蓄積部
- 3 水平転送部
- 4 出力部

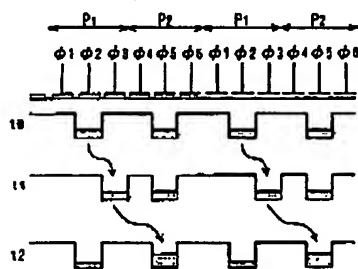
ϕF フレーム転送クロック

ϕV 垂直転送クロック

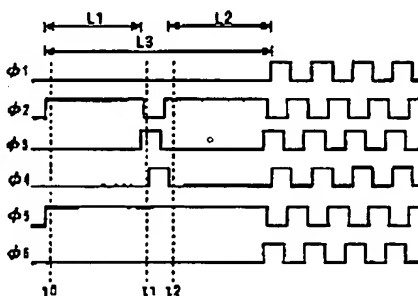
ϕH 水平転送クロック

ϕB 基板クロック

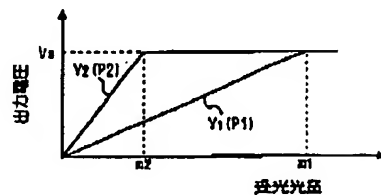
【図1】



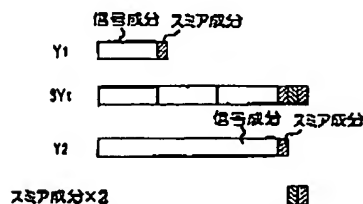
【図2】



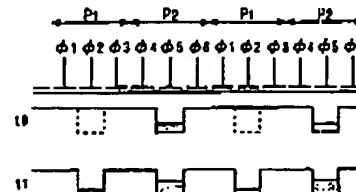
【図3】



【図6】



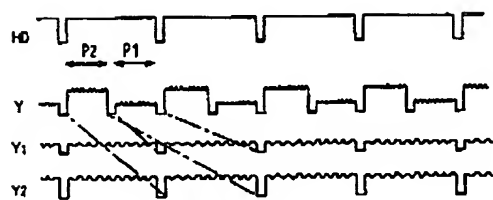
【図7】



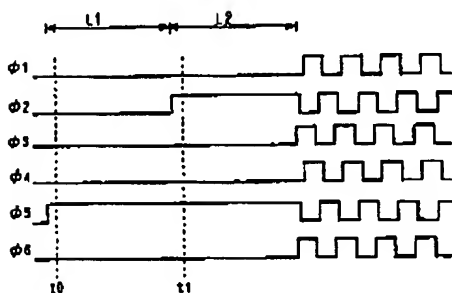
(6)

特開2000-261729

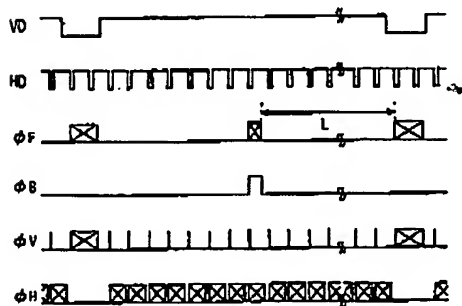
【図4】



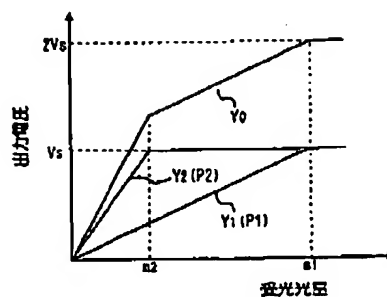
【図8】



【図10】



【図5】



【図9】

